



Effect van zandsuppleties op de kust en het wad

In deze Deltafact wordt er gekeken naar de verschillende vormen van suppleties en hoe deze bijdragen aan het kustbeheer.

1. INLEIDING
2. GERELATEERDE ONDERWERPEN EN DELTAFACTS
3. STRATEGIE: MEERLAAGSVEILIGHEID DOOR PREVENTIE
4. SCHEMATISCHE WEERGAVE
5. WERKING
6. KOSTEN EN BATEN
7. GOVERNANCE
8. PRAKTIJKERVERVARINGEN EN LOPENDE INITIATIEVEN
9. KENNISLEEMTEN
10. BRONNEN & LINKS
11. COLOFON
12. DISCLAIMER

1. Inleiding

De waarde van de kust ligt onder meer in de bescherming van het achterland tegen overstroming, de aanwezige natuur, de mogelijkheden voor (strand-)recreatie en duinwaterwinning. Dit hangt mede af van de aanwezigheid van voldoende zand op de juiste plaats. De zandbalans in een bepaald gebied wordt voortdurend beïnvloed door getij, golven, bodemdaling, zeespiegelstijging en rivierafvoer. Indien er onvoldoende zand is om de kustfuncties te behouden, kan men besluiten om in te grijpen, bijvoorbeeld met zandsuppleties.

Bij een zandsuppletie wordt op mechanische wijze zand toegevoegd aan de kust. Het gesuppleerde zand wordt in de daarop volgende jaren door stroming, wind en golven over het kustprofiel (dwars op de kust) en in het kustsysteem (langs de kust)

verspreid. Door middel van zandsuppleties kan de zandbalans (plaatselijk en tijdelijk) worden hersteld. Zandsuppleties zijn een meer natuurlijke maatregel dan harde constructies die uit steen, grind, asfalt, etc. bestaan.

Sinds 1990 worden in Nederland met zandsuppleties toegepast om de kustlijn op zijn plaats te houden, en het zandvolume in het kustfundament aan te vullen. Dit gebeurt in het landelijke programma Kustlijnzorg van Rijkswaterstaat. Ook worden suppleties soms ingezet als kustversterking op locaties waar de zeewering niet voldoet aan de wettelijke norm. Dit gebeurt dan vanuit het landelijke Hoogwaterberschermingsprogramma. In deze Deltafact wordt er gekeken naar de verschillende vormen van suppleties en hoe deze bijdragen aan het kustbeheer.

2. Gerelateerde onderwerpen en Deltafacts.

[Deltafact Sand Nourishments](#), zandsuppletie, preventie, zachte waterkering, kustverdediging, gebruikfuncties, kustlijn, kustfundament

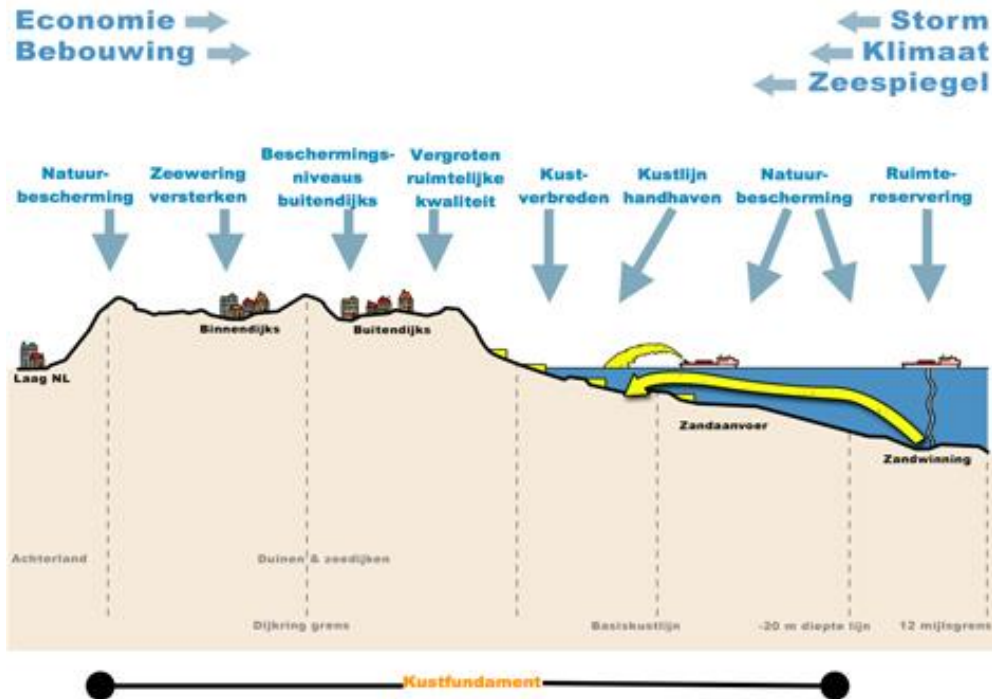
3. Strategie: meerlaagsveiligheid door preventie

Het begrip meerlaagsveiligheid berust op het inzetten van hoogwaterbescherming op drie lagen: preventie, robuuste ruimtelijke inrichting, en crisisbeheersing. Een zandsuppletie draagt preventief bij aan hoogwaterveiligheid, door het scheppen van een belangrijke randvoorwaarde voor het behoud van de functies van het kustgebied: het op orde houden van de zandvoorraad in het kustsysteem. Dit draagt bij aan de sterkte van de (duin-)waterkering en verkleint daarmee de overstromingskans.

4. Schematische weergave

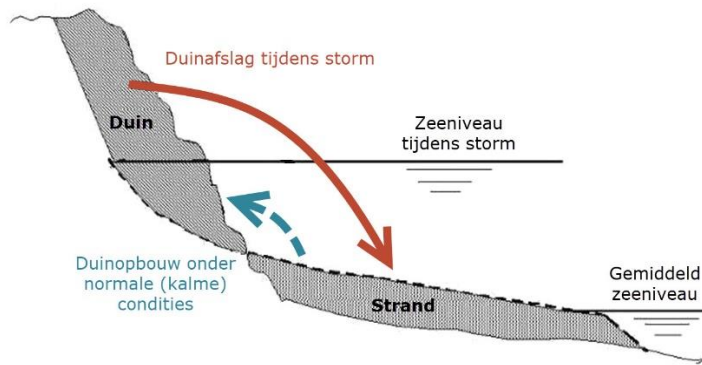
Functies en processen kustzone

De kuststrook staat onder druk door economische ontwikkeling, bebouwing en de effecten van klimaatverandering. Figuur 1 geeft aan welke onderwerpen voor het kustbeleid en -beheer zich in de diverse delen van de kuststrook afspelen.



Figuur 1. Onderwerpen voor het kustbeleid en -beheer die zich in de diverse delen van de kuststrook afspelen ([Stronkhorst et al., 2010](#))

De zandige kustzone dempt de energie van golven. Het maakt deel uit van een dynamisch systeem, wat zich continu aanpast op de veranderingen van het golfklimaat en zeespiegel. Als gevolg daarvan verandert ook het zandvolume (en de verdeling ervan) binnen het kustprofiel continu. Als er teveel zand erodeert, zal de kust zich terugtrekken. In een robuust systeem zal het zandverlies geleidelijk weer aangevuld worden. Na een storm zullen kust-opbouwende processen een deel van het geërodeerde zand weer terug richting het strand brengen, zie Figuur 2. Maar de stromingen langs de kust kunnen een deel van het zand ook verder van de oorspronkelijke locatie verplaatsen. Anderzijds kan er op die manier ook 'nieuw' zand (afkomstig van een andere locatie) worden aangevoerd.

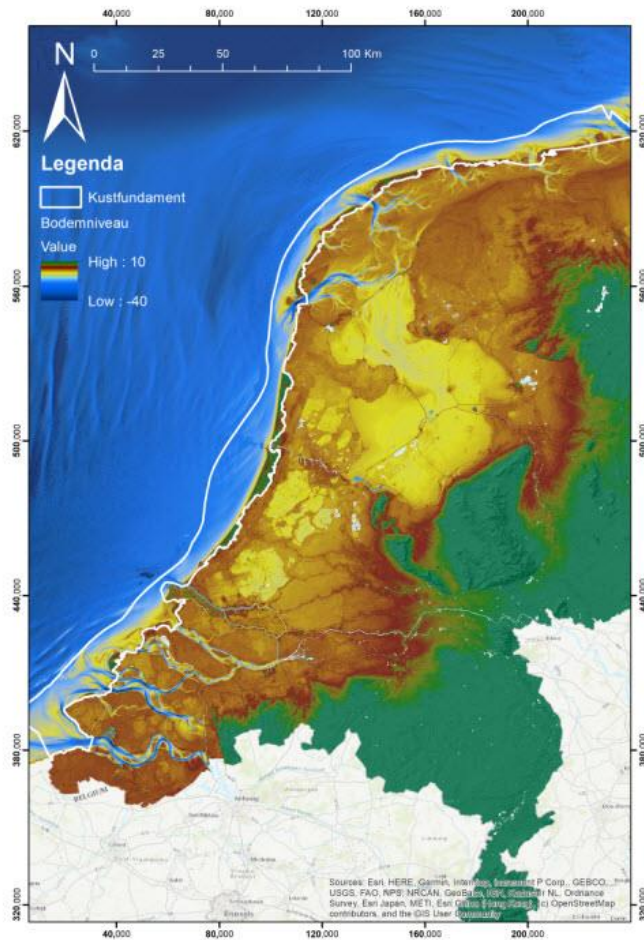


Figuur 2. Basisprocessen van kustuitbouw en kusterosie (naar: Marchand et al, 2012).

Wanneer er in het kustsysteem voldoende zand aanwezig is, zal er een (dynamische) balans zijn tussen de opbouwende en afbrekende processen. Wanneer dit niet het geval is, kan dit resulteren in achteruitgang van de kust. Het principe van een zandsuppletie is dat het de natuurlijke robuustheid van de zandige kust vergroot, door op een kunstmatige manier te voorzien in de zandtoevoer naar de kust. Op deze manier worden de duinen en de kustlijn op hun plaats gehouden, en draagt het bij aan de hoogwaterveiligheid van het achterland.

Het kustfundament

In 2001 is ervoor gekozen om de doelstelling tot duurzame handhaving van veiligheid en van functies in het dungebied, vorm te geven door handhaving van het kustfundament. Het kustfundament (in Figuur 3 aangegeven met witte contouren) wordt aan de zeewaartse kant begrensd door de doorgaande NAP -20m lijn en aan de landwaartse zijde door de binnenduintrand. (Rijksoverheid, 2004).



Figuur 3. Het kustfundament (uit Deltares, 2020a)

De keuze voor de zeewaartse begrenzing van het kustfundament komt onder andere voort uit de aanname dat, op een tijdschaal van 50 tot 200 jaar, de NAP -20 m dieptelijn het gebied zou begrenzen dat rechtstreeks aan het zandvolume van het kustfundament bijdraagt: de zogenaamde actieve zone (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2002) (Mulder, 2000). Tussen 2017 en 2020 is er opnieuw onderzoek gedaan naar de zeewaartse begrenzing van het kustfundament, waarbij onder andere is gekeken naar de mogelijkheden voor regionale differentiatie (Deltares, 2020a). Eind 2020 zal Rijkswaterstaat hierover een beleidsadvies uitbrengen.

Zandvraag kustfundament

Door het ontbreken van aanvoer van sediment uit de rivieren en Noordzee, is de zandbalans van onze kust niet op orde. Tegelijkertijd is er een grotere sedimentvraag door zeespiegelstijging, bodemdaling en (menselijke) ingrepen uit het verleden. Deze zandvraag werd in 2008 ingeschat op 20 miljoen kubieke meter per jaar (De Ronde, 2008).

Tussen 2015 en 2020 volgde er verdiepingsslag in de berekening van de zandvraag. Rijkswaterstaat heeft een verbeterde rekenmethode voorgesteld (Rijkswaterstaat, 2016), waarin verliesposten van zand voor het kustfundament expliciet werden meegenomen. De belangrijkste verliesposten zijn vervolgens verder onderzocht en gekwantificeerd. Volgens deze nieuwe bepaling zou de zandvraag van het kustfundament tot 2035 gemiddeld tussen de 12,6 en de 15,2 miljoen m³ per jaar liggen (o.a. afhankelijk van de keuzes in de ligging van de zeewaartse grens van het kustfundament). Hiervan komt ongeveer 6 miljoen m³ zand per jaar in de Waddenzee en het Eems-Dollard estuarium terecht (Deltares, 2020b). Eind 2020 zal Rijkswaterstaat een beleidsadvies uitbrengen aan het Ministerie van IenW omtrent het suppletievolume.

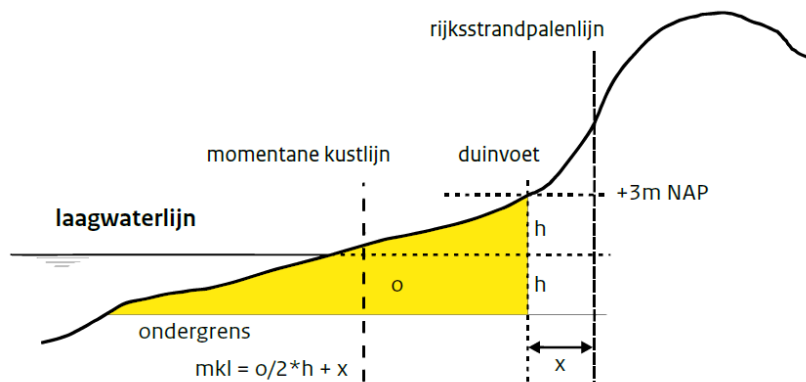
Voor het analyseren van de zeespiegelstijging is [de zeespiegelmonitor](#) ontwikkeld, een statistisch model dat rekening houdt met mogelijke niet-lineaire stijging in de waargenomen zeespiegel en een combinatie maakt met de voorspellingen uit het KNMI klimaat model.

5. Werking

Waar te suppleren

Vanwege het belang van de kustzone, streeft het rijk ernaar om de zandvoorraden in de kustzone en het dynamische karakter ervan te waarborgen. Dit beleid werd ingezet in 1990 (toen werd gekozen voor het handhaven van de kustlijn via het toevoegen van zand) en uitgebreid in 2001 (toen werd gekozen voor het uitvoeren van extra zandsuppleties voor het op orde houden van het zandig systeem). Deze keuzes werden gebaseerd op jarenlang onderzoek naar de werking van het zandige kustsysteem.

De kustlijnligging wordt berekend uit de ligging van het strand en het bovenste gedeelte van de vooroever (zie Figuur 4) en is een geschikte indicator gebleken voor het vaststellen van structurele erosie dicht aan de kust. Op basis van dit signaal wordt bepaald of er een ingreep, vaak een zandsuppletie, nodig is. (Bron: [Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2011b](#)). Een uitgebreide beschrijving van de rekenmethode voor de kustlijnligging is te vinden in de nota [GWWS 91.006](#).



Figuur 4. Berekening van de kustlijnpositie, op basis van het kustprofiel ([Ministerie van I&M, 2019](#))

Ieder jaar wordt voor elke kustrai (om de ca. 250 meter) de positie van de momentane kustlijn (MKL). Over de laatste jaren wordt de lineaire trend in de kustlijnligging bepaald. Uit deze trend is de ligging van de toekomstige kustlijn (TKL) af te leiden. Een vergelijking tussen de TKL en BKL bepaalt of er overschrijdingen zijn.

Aan de hand van de berekeningsresultaten (trends in kustlijnligging en overschrijdingen van de BKL), de kennis van het grootschalige kuststelsel en de functies van de kust bepaalt Rijkswaterstaat welke locaties in aanmerking komen voor een zandsuppletie. Zo komt het concept-suppletieprogramma tot stand.

(Bron: [Kustlijnkarten 2020. Ministerie I&M, 2019.](#))

Sinds 2001 wordt op deze manier gemiddeld 12 miljoen m³ zand per jaar gesuppleerd voor kustlijnonderhoud ([Mulder, 2000](#); [Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2000](#); [De Ronde, 2008](#); [Rijksoverheid, 2009](#); [Ministerie I&M, 2019](#)).

Rijkswaterstaat hanteert bij het uitvoeren van zandsuppleties de volgende prioriteit:

- Eerst worden de suppleties gepland die als primair doel hebben om kusterosie op korte termijn tegen te gaan (0-10 jaar).
- Het resterende zand wordt gebruikt voor zogenaamde kustfundamentsuppleties, ten behoeve van het handhaven van de kust op de lange termijn. Deze worden aangebracht op plaatsen waar de zandbehoefte van het kuststelsel het grootst is en waar de suppleties zo mogelijk ook bijdragen aan andere doelen dan de lange termijn veiligheid, zoals recreatie, economische ontwikkeling of natuur (Rijkswaterstaat, 2019).

Behalve voor kustlijnonderhoud, kunnen er ook suppleties worden uitgevoerd vanuit het hoogwaterbeschermingsprogramma (Waterwet, artikel 2.1, 2.2, 2.12, 4.1). Elke zes jaar worden de waterkeringen getoetst, de waterkeringbeheerder (in veel van de kustgebieden is dit het waterschap) is verantwoordelijk voor deze toetsing. Indien de waterkering niet voldoet, dient deze versterkt te worden. Naast harde constructies wordt in toenemende mate gebruik gemaakt van zandige oplossingen (duin-en strandsuppleties) om de kust te versterken ([Stronkhorst & de Ronde, 2014](#)). Een voorbeeld hiervan is ook het programma Zwakke Schakels, dat liep van 2008-2015. Daarin zijn kustversterkingen uitgevoerd op locaties waar de zeewering niet voldeed aan de wettelijke norm.

Typen suppleties

Duinsuppletie

Duinsuppleties worden al sinds oudsher toegepast om de kust te versterken. Deze vorm wordt momenteel vooral nog toegepast als er sprake is van een direct veiligheidsprobleem (er wordt niet aan de norm van de waterkering voldaan). Omdat er tegenwoordig aan de Nederlandse kust nog maar sporadisch duinafslag optreedt (mede doordat zandvoorraden op de vooroever al tijdig worden aangevuld), blijft deze suppletie zeer lang in het profiel aanwezig.

Strandsuppletie

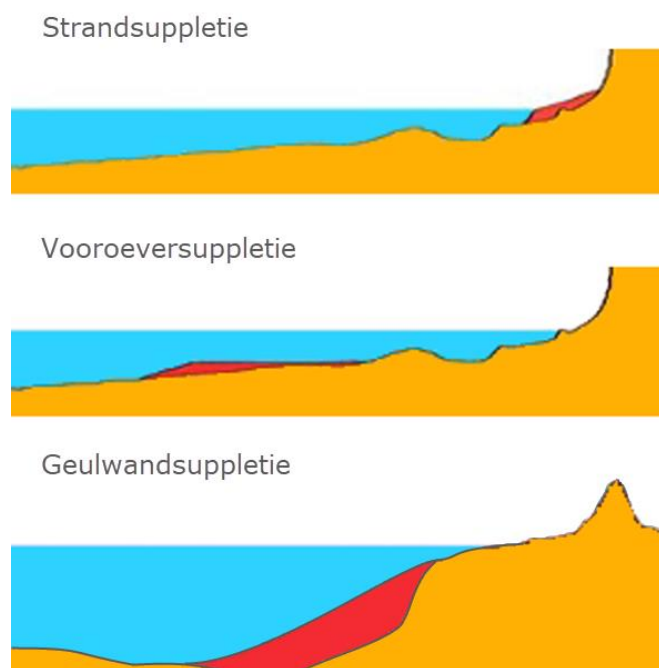
Een strandsuppletie is het opspuiten van zand op het strand, zodat het strand hoger en breder wordt. Dit heeft een direct effect op de ligging van de kustlijn, die zeewaarts verschuift. Onder invloed van golven, getij en wind spoelt of stuift dit zand weer weg, zodat het effect van deze suppletie na enkele jaren is uitgewerkt.

Onderwatersuppletie

Bij een onderwatersuppletie wordt het zand op de zeebodem vlak voor de kust aangebracht. De twee voornaamste toepassingen zijn een 'vooroeversuppletie' en een 'geulwandsuppletie'. De vooroeversuppletie wordt het meest toegepast. Hierbij wordt het zand in de brekerzone aangebracht, meestal op een diepte van 5 tot 8 meter. Op locaties waar reguliere vooroeversuppleties door de aanwezigheid van geulen niet uitgevoerd kunnen worden, kunnen zogenaamde geulwandsuppleties worden uitgevoerd.

Een onderwatersuppletie is een methode om de achterliggende kust te beschermen tegen de optredende erosie. Het heeft geen direct effect op de kustlijnpositie, maar op termijn vermindert het de kusterosie, waardoor de kustlijn zich positief ontwikkelt. Dit effect is doorgaans gedurende enkele jaren merkbaar. Het suppleren van zand onder water is per kuub voordeliger dan boven water.

De verschillende reguliere suppletievormen zijn weergegeven in Figuur 5.



Figuur 5. Verschillende (reguliere) suppletievormen. Bron: Rijkswaterstaat Waterdienst (bewerkt)

Megasuppletie

Een megasuppletie is een suppletie met een zeer groot zandvolume en een lage frequentie van uitvoering. Het dient meerdere doelen, zoals langetermijnveiligheid, recreatie en natuur. Een megasuppletie wordt vaak als proactieve maatregel ingezet: het is een extra versterking om toekomstig onderhoud te voorkomen. Dit kan bijvoorbeeld gunstig zijn op plaatsen waar regulier onderhoud moeilijk uitvoerbaar is, of een korte herhalingstijd heeft.

Vergeleken met de andere typen suppleties, zijn de ervaringen met megasuppleties nog relatief beperkt. Dit heeft ook te maken met de lange herhalingstijd.

Megasuppleties worden daarom meestal toegepast als pilot, en gekoppeld aan

uitgebreide onderzoeksprogramma's (inclusief monitoring). Voorbeelden van belangrijke pilot megasuppleties zijn:

- Zandmotor (Ter Heijde, 2011), volume 21,5 miljoen m³.
- Hondsbossche Duinen (2013-2015), volume 35 miljoen m³.
- Buitendeltasuppletie Ameland (2018-2019), volume 5 miljoen m³. Alhoewel relatief beperkt qua omvang, maakt het suppleren in een buitendeltasysteem deze suppletie wel uniek.

De verschillende typen zandsuppleties onderscheiden zich op volgende wijze:

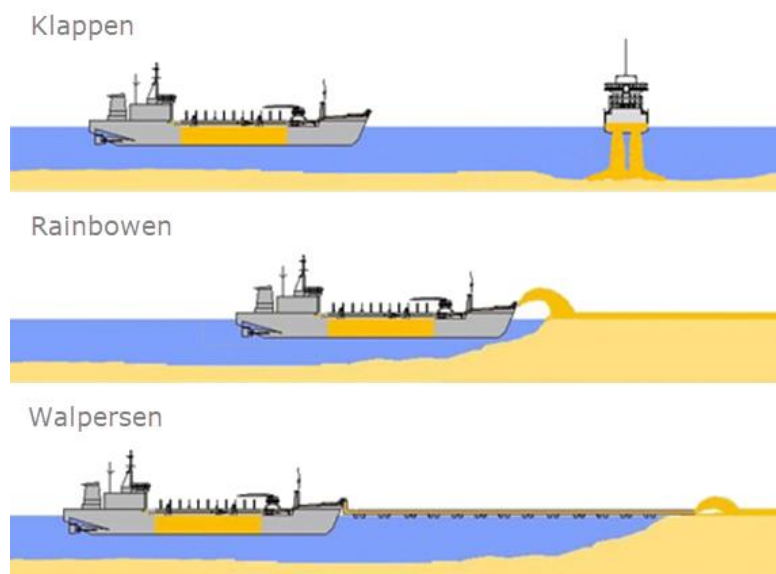
Type suppletie	Duin	Strand	Onderwater	Mega
Volume (per strekkende meter kust)	~200 m ³ /m'	~200 m ³ /m'	200 – 500 m ³ / m'	>2000 m ³ /m'
Effect op sterkte*	sterk momentaan effect	toename op korte termijn	toename op lange termijn, strand/ duin groeien met zeespiegelstijging	Toename op korte/ lange termijn
Effect op belasting waterkering	geen	momentane afname	beperkte momentane afname	momentane afname
Herhalingstijd	Afhankelijk KLZ en stormen	1: 4 à 5 jaar	1:5 à 10 jaar	25 jaar
Effect op strand	smaller	onnatuurlijk	natuurlijk	natuurlijk
Kustprofiel	steiler profiel	iets steiler	stabiliteit helling gewaarborgd	stabiliteit helling gewaarborgd
Zichtbaarheid	hoog	hoog	laag	hoog
Kosten	> ca. €16 / m ³	ca. €5 / m ³	Ca. € 2,75 / m ³	Ca. € 2,75 / m ³

De bovenstaande tabel is gebaseerd op [Richtlijnen onderwatersuppleties \(Ad van der Spek et al. 2007\)](#); Suppletieprogramma RWS , [Leidraad Zandige Kust](#) (TAW 2002) en de aanbevelingen van het Expertisecentrum Baten voor de Alternatieve Langetermijn Suppletie tool.

* In het algemeen geldt, hoe verder van de kust de suppletie plaatsvindt, hoe langer het duurt voor het gewenste effect bereikt wordt.

Uitvoering

In het rapport [Richtlijnen suppletieontwerp \(Rijkswaterstaat, 2007\)](#) en in het [Uitvoeringskader Suppletieprogramma \(Rijkswaterstaat, 2010\)](#) staan de richtlijnen voor het ontwerpen van onderwater- en strandsuppleties toegelicht. Deze richtlijnen zijn gebaseerd op de huidige inzichten in het functioneren van suppleties. De aanlegduur is afhankelijk van de wijze van aanbreng. Het suppleren van zand kan in principe plaats vinden door klappen, rainbowen of walpersen (Figuur 6).



Figuur 6. Uitvoeringsmethoden voor suppleren

In geval van suppleties met voldoende waterdiepte boven het te suppleren gebied om met de sleephopperzuiger te manoeuvreren is 'klappen' de snelste en meest efficiënte methode om de lading te lossen. Dit gebeurt door stil te gaan liggen op de beoogde locatie binnen de stortzone en de bodemdeuren te openen, waarna de lading naar buiten stroomt.

Bij rainbowen wordt de lading gelost door een mengsel van zand en water via het pompsysteem van het schip en een sproeikop op de boeg van de sleephopperzuiger naar buiten te spuiten. De methode wordt veelal toegepast voor strandsuppleties en landaanwinningen in gebieden waar de hopper tot dicht bij de waterlijn kan varen, en voor landaanwinningen op relatief ondiep water, waar bijvoorbeeld tevoren materiaal is aangebracht via klappen. Vanuit kosten oogpunt is rainbowen, na klappen, de meest aantrekkelijke methode.

Walpersen betreft het lossen van de lading via een drijvende leiding tussen het schip en de kust. Op het land gaat deze drijvende leiding over in een walleiding, die op gezette tijden wordt verplaatst en gaandeweg het werk wordt verlengd. Op het strand of op de landaanwinning wordt het materiaal met behulp van bulldozers en hydraulische graafmachines verspreid en onder het vereiste profiel afgewerkt.

Bron: [Bruens \(ed.\) 2007](#). Globaal voorontwerp Zandmotor.

6. Kosten en baten

De winst van suppleren is dat de kustlijn niet langer landwaarts opschuift ([Roelse et al. 2002](#); [DHV 2005](#)). Het handhaven van de Basiskustlijn is een kosteneffectieve manier van onderhoud van de kust (Rebelgroup, W+B, 2007). Het draagt bij aan de lange termijn veiligheid en bespaart op het onderhoud van de waterkering.

Daarnaast profiteren verschillende gebruiksfuncties van het onderhoud van de stranden en duingebieden (recreatie, drinkwaterwinning, natuurareaal) ([Stronkhorst et al, 2012b](#)).

De kosten (eenheidsprijs per kubieke meter zand) voor zandsuppleties worden voornamelijk bepaald door de kosten van brandstof voor het transport, de drukte op de internationale baggermarkt en het type suppletie. Het Expertisecentrum kosten-baten RWS raadt aan met de volgende bedragen te rekenen: € 5,00 / m³ voor strandsuppletie en € 2,75 / m³ voor vooroever (of mega) suppleties. Dit zijn bedragen inclusief aannemingskosten en 21% btw. Daarnaast zijn er voor de uitvoering van kustlijnverzorging ieder jaar vaste voorbereidingskosten van ongeveer 5 miljoen euro, onafhankelijk van de hoeveelheid te suppleren zand. In totaal wordt jaarlijks ca. 40 tot 70 miljoen euro aan kustlijnverzorging uitgegeven. In 2013 is dit begroot op 66,4 miljoen euro ([Rijksbegroting, 2013](#)).

Voor het project [zwakke schakels kust](#) heeft de algemene rekenkamer een onderzoek uitgevoerd naar de kosten (verdeling) van het project. Met het project worden op 10 plaatsen zeeweringen die niet meer voldoen aan de veiligheidsnormen versterkt. Het gehele programmabudget is 743 miljoen. Uit het onderzoek blijkt onder andere dat de prijs van zandsuppleties tussen projecten zeer kan verschillen (Algemene Rekenkamer, 2009). Eind 2013 heeft de Rekenkamer onderzocht of en hoe Rijkswaterstaat de kosten van zandsuppleties kan beheersen. Uit het onderzoek

is gebleken dat er sprake is van een doordachte marktbenadering. Bij de meest recente aanbestedingen was er bijvoorbeeld sprake van een besparing ten opzichte van de verwachte bedragen. De markt blijkt echter zeer conjunctuurgevoelig, of de ingeboekte bezuinigingen op kustlijnzorg door een efficiëntie slag kunnen worden gehaald is dus nog niet zeker (Algemene Rekenkamer, 2014).

7. Governance

Rijkswaterstaat heeft de opdracht van DGWB (voorheen DGRW) om uitvoering te geven aan het rijksbeleid voor de kust. Ze zijn daarmee verantwoordelijk voor het beheer en onderhoud van de kust met zandsuppleties. Rijkswaterstaat stelt een vierjarig onderhoudsprogramma op, dat jaarlijks wordt geactualiseerd op basis van metingen van de kustlijn. Het streven is om het aantal BKL overschrijdingen beneden de 10% te houden. Het percentage toegestane overschrijdingen en het zandvolume dat gemiddeld jaarlijks in de kustzone moet worden aangebracht, is vastgelegd in een Service Level Agreement tussen Rijkswaterstaat en het Ministerie van IenW.

Voordat de zandsuppleties uitgevoerd kunnen worden zijn vergunningen nodig. Voor reguliere suppleties in beschermde Natura 2000 gebieden, worden vergunningen in het kader van de natuurbeschermingswet (NB-wet) aangevraagd. De suppleties kunnen ook worden opgenomen in het Natura 2000-beheerplan. Het suppletieprogramma ligt zes weken lang ter inzage, de termijn waarbinnen beroep kan worden ingediend.

Voor zandsuppleties die worden toegepast bij kustversterkingen, of bij de aanleg van de Zandmotor, moeten milieueffectrapportages worden opgesteld en gelden de bijhorende inspraakprocedures. Ook voor het winnen van zand op de Noordzee is een NB-wet vergunning nodig. ([MER winning suppletiezand Noordzee 2018-2027](#), [MER Bestemmingsplan Maasvlakte 2](#)) .

8. Praktijkervaringen en lopende initiatieven

Ervaringen binnen Kustlijnzorg

Rijkswaterstaat-WVL heeft Deltares gevraagd om in het project 'KPP Beheer en Onderhoud Kust' het kustonderzoek te verrichten dat nodig is bij het nemen van besluiten over de suppletiestrategie en het uitdragen / onderbouwen van de gekozen strategie. Het project richt zich op het systeemgedrag van de Nederlandse kust en

vertaalt inzichten in het systeemgedrag naar adviezen over het huidige kustbeheer (i.e. in het bijzonder suppleties). Kennis over het systeemgedrag en ervaring in het huidige kustbeheer vormen samen een belangrijke bijdrage aan het (toekomstig) kustbeleid.

Per kustvak wordt een overzicht van de beschikbare kennis gebundeld in de [Beheerbibliotheken](#). Een dergelijk overzicht maakt kennis praktisch toepasbaar, bijvoorbeeld voor het opstellen van een suppletieprogramma voor het betreffende kustvak. Zandsuppleties die afwijken van het reguliere ontwerp worden binnen dit KPP project [onderzocht en geëvalueerd](#); zo ontstaat er steeds meer inzicht in het gedrag van suppleties en de effectiviteit ervan.

Duinen en Dynamisch kustbeheer

Duinen maken deel uit van het Kustfundament en moeten daarom mee kunnen groeien met de stijging van de zeespiegel. Wanneer aangevoerd zand wordt ingevangen in de zeereep, bereikt het niet het achterliggende duingebied. Versterking van de aanvoer van zand, bijvoorbeeld door kustonderhoud met zandsuppleties, leidt dan in veel gevallen tot zeewaartse verplaatsing van de duinvoet in plaats van transport naar de duinen. De afgelopen jaren is een handreiking dynamisch kustbeheer samengesteld en zijn workshops met terreinbeheerders gehouden waarin aanpassing zijn besproken van het zeereepbeheer die het doorstuiven van zand naar de duinen mogelijk kan maken. In veel gebieden zijn de waterschappen verantwoordelijk voor het zeereepbeheer. Verschillende actoren (Rijkswaterstaat, Provincie, Waterschappen, Gemeenten) delen nu informatie m.b.t. de eisen vanuit de verschillende kustfuncties en de beheermogelijkheden vanuit de verschillende kaders (HWBP, Kustlijn zorg, zeereepbeheer).

Strandbebouwing op de Nederlandse stranden is de afgelopen jaren sterk toegenomen en de vraag is of dit het doorstuiven van zand naar de duinen hindert. In het [experiment Stuiflab](#) is onderzoek gedaan naar mogelijkheden om de natuurlijke aangroei van duinen zoveel mogelijk door te laten gaan én de kust aantrekkelijk te houden voor recreatie.

Ecologie en Natuurlijk Veilig

Rijkswaterstaat, Waddenvereniging, Stichting De Noordzee, Vogelbescherming Nederland en Stichting Duinbehoud hebben in 2009 een samenwerkingsovereenkomst gesloten om onderzoek te doen naar de gevolgen van zandsuppleties voor de natuur van de Noordzee, het strand en de achterliggende duinen, de estuaria en de Waddenzee. Dit werd het onderzoeks- en monitoringsprogramma voor de middellange termijn "[Ecologisch Gericht Suppleren](#)" (2009-2014). De doelstelling was om meer inzicht te krijgen in de invloed van zandsuppleties op natuurwaarde, en hoe zandsuppleties in de toekomst kunnen bijdragen aan de opgaven van veiligheid samen met natuurbehoud en -ontwikkeling (Holzhauer et al. 2009). Onder de naam "[Natuurlijk Veilig](#)" is de samenwerkingsovereenkomst voortgezet tot 2021.

Kennisprogramma Zeespiegelstijging

Wetenschappers geven signalen af dat de zeespiegel na 2050 mogelijk sneller zal stijgen dan tot nu toe werd aangenomen. Dit geeft niet direct aanleiding om de strategie van het Deltaprogramma aan te passen, maar we willen de tijd die er is gebruiken om ons zorgvuldig voor te bereiden op mogelijke ontwikkelingen. In 2019 is daarom een [Kennisprogramma Zeespiegelstijging](#) gestart. De komende jaren willen we de onzekerheden over de zeespiegelstijging voor Nederland zoveel mogelijk verkleinen. Daarnaast willen we goed in beeld krijgen in hoeverre de huidige strategieën houdbaar zijn of aangepast moeten worden: welke aanvullende maatregelen zijn eventueel nodig? Ook verkennen we wat de handelingsperspectieven voor de verre toekomst (d.w.z. na 2100) zijn. Dit proces is nodig om – rekening houdend met de onzekerheden die blijven – zo goed mogelijk voorbereid te zijn op verschillende zeespiegelscenario's. We kunnen dan de juiste beslissingen nemen op het moment dat het nodig is. Zo houden we Nederland ook in de toekomst veilig en leefbaar.

Fundamenteel onderzoek

Behalve het toegepaste onderzoek, vindt er bij de universiteiten ook veel fundamenteel onderzoek plaats, wat er op gericht is om de effecten van suppleties beter te begrijpen. Enkele recente voorbeelden van grotere onderzoeksprojecten zijn: [NeMO](#) (2012-2017), [NatureCoast](#) (2013-2018), en [SEAWAD](#) (2017-2021).

Internationale ervaringen

Zandsuppleties vinden niet alleen plaats in Nederland, internationaal zijn ook veel voorbeelden te vinden waar zachte kusten worden onderhouden met zandsuppleties. Landen waar dit plaatsvindt zijn onder andere: UK, Denemarken, Duitsland, Frankrijk, Spanje, Portugal, Australië en Noord-Amerika (o.a. Hawaii en Florida) (Wesenbeeck et al, 2012). In Europa waren in 2002 Nederland en Spanje de landen die het meeste zand suppleerden per meter kust.

Tussen Europese landen bestaan er grote verschillen in de organisatie van zandsuppleties. Nederland en Denemarken zijn de enige twee landen waar een evaluatie programma is opgenomen in het wettelijk kader. Duitsland, Nederland, Denemarken en UK hebben een lange termijn strategie voor zandsuppleties ontwikkeld, terwijl landen als Spanje, Italië en Frankrijk dit niet hebben. In de laatste twee landen is de financiële bijdrage van de overheid ook een probleem. De verwachting is dat voor de bestrijding van kusterosie steeds meer landen gaan inzetten op zachte maatregelen in plaats van harde ([Hanson et al, 2002](#)).

9. Kennisleemtes

Er bestaan nog kennisleemtes over de uitwisselingsmechanismen (en sedimenttransporten) tussen de verschillende delen van het kuststelsel (bijvoorbeeld tussen de Hollandse Kust en het Waddengebied). Het voorspellen van toekomstige ontwikkeling en de effectiviteit van (alternatieve) suppletievormen is hierdoor nog beperkt mogelijk. Het vaststellen of de huidige suppletiestrategie (omvang, verdeling, vorm) ook op termijn blijft voldoen voor kusthandhaving en op welke andere strategie overgestapt zou moeten worden, blijft hierdoor lastig.

Over de effectiviteit van suppleties als onderhoudsmaatregel is inmiddels al veel bekend. Over de neveneffecten van suppleties is echter veel minder bekend (Stuyfzand et al 2010; Arens et al. 2010). Deze effecten kunnen direct het gevolg van het suppleren zijn, of indirect doorwerken via een keten van processen, waarmee het uiteindelijk effect kan hebben op de Natura2000 habitats en instandhoudingsdoelstellingen. Aan het verder in beeld brengen van het effect van zandsuppleties op de kust(indicatoren) wordt gewerkt. De meerwaarde van het zandsuppletieprogramma van de afgelopen twintig jaar voor de gebruiksfuncties aan de kust is nog onvoldoende gekwantificeerd; en ontbreekt er een goed overzicht van de baten. Andere aandachtspunten liggen met name op het gebied van participatie,

verdienmogelijkheden en financiering. Tot slot zijn er nog veel onduidelijkheden over het multifunctioneel inzetten van suppletie, meekoppelkansen en het combineren van functies.

Het kabinet heeft er voor gekozen om van 2017 tot 2020 het monitorings- en onderzoeksprogramma te intensiveren, onder de naam Kustgenese 2.0. Dit onderzoek heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan het vergroten van de kennis over de sedimenthuishouding, en het effect van maatregelen hierop (zoals ook de mogelijkheden om buitendeltasuppleties toe te passen voor kustbeheer). Toch zijn er ook nog vragen onbeantwoord gebleven, en nieuwe kennisleemtes geïdentificeerd. De belangrijkste hiervan zijn:

- Het is nog onvoldoende duidelijk hoe de ontwikkeling van het kustprofiel op dieper water doorwerkt in de ontwikkeling van de kustfuncties
- De houdbaarheid van het concept van een meegroeiend kustfundament op de lange termijn, met name voor scenario's met versnelde zeespiegelstijging, is nog onbekend.
- Voor de toepassing van (meer en grotere) buitendeltasuppleties in het kustbeheer, is het nodig dat voor elk zeegat een goed begrip is van de werking van de buitendelta's (en de mechanismen van sediment-bypassing). Binnen Kustgenese 2.0 (en SEAWAD) is alleen de buitendelta van Ameland grondig onderzocht.

Het is mogelijk dat dit onderzoek verder wordt opgepakt binnen het [Kennisprogramma Zeespiegelstijging](#).

10. Bronnen & links

Literatuur

- Algemene Rekenkamer, 2009. Kosten van het programma Zwakke Schakel Kust.
- Baart, F, 2015. [Zeespiegelmonitor 2014 : rekenmethode voor huidige en toekomstige zeespiegelstijging](#). Deltares rapport1209426.202
- Marchand, M., Thrinh Thi Long, Sawarendo (2012). Adaptive water management for Delta regions: Towards GREEN water defense in East Asia. Delft, report 1205471
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2011). [Kustlijnkaarten 2012](#).
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2013). [Kustlijnkaarten 2014](#).

- Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2015). [Kustlijnkaarten 2016](#).
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2019). Kustlijnkaarten 2020.
- Ministerie voor Verkeer en Waterstaat, 2000. [Derde Kustnota](#).
- Mulder, J.P.M. (2000). [Zand verliezen in het Nederlandse kuststelsel; advise voor dynamisch handhaven in de 21-e eeuw](#), rapport RIKZ/2000.36.
- Mulder, J.P.M. Hommes, S. en Horstman, E.M. (2011) Implementation of coastal erosion management in the Netherlands, Ocean & Coastal Management 54 (888-897)
- NLingenieurs & Deltares, 2011. Hoogwaterbeschermingsprogramma beproefd betaalbaar, voorstellen voor besparingen op de kosten van het HWBP.
- Prins, T.C. et al. (2009) [Zandwinning, zandsuppletie en de kaderrichtlijn Mariene Strategie](#) , Deltares rapportage 1200892
- RebelGroup en Witteveen+Bos, 2007. Economische analyse kustlijnbeleid. Rapport fase 1 analyse ex post .en fase 2 ex ante. Studie in opdracht van Rijksinstituut voor Kust en Zee, Den Haag.
- Rijksbegroting, 2013. Rijksbegrotingsfasen, Watermanagement.
- Rijksoverheid, 2004. [Nota Ruimte](#).
- Rijksoverheid, 2009. [Nationaal Waterplan 2009-2015](#).
- Rijkswaterstaat 2010. [Uitvoeringskader vergunningverlening kust](#)-voor de waterstaatkundige beoordeling van initiatieven in de kust. Rijkswaterstaat Waterdienst, Lelystad.
- Rijkswaterstaat 2012; [suppletieprogramma 2012-2015](#)
- Rijkswaterstaat, 2016. Memo Rekenregel suppletievolumen. Rijkswaterstaat, WVL
- Rijkswaterstaat, 2019. Suppletieprogramma Kustlijnverzorging; uitgangspunten totstandkoming programma. Rijkswaterstaat WVL
- Roelse, P. (2002) Water en zand in balans. [Evaluatie zandsuppleties na 1990; een morfologische beschouwing](#), Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee (RWS, RIKZ).
- Ronde, J.G. (2008), [Toekomstige langjarige suppletiebehoefte](#), Deltares rapportage Z4582.24
- Schrijver, R. (2011), Sophiastrand, Duin of Dijk als Kering, Rijkswaterstaat, Hogeschool Zeeland.
- Spek, A.J.F. van der, A.C. de Kruif, R. Spanhoff (2007), [Richtlijnen onderwatersuppleties](#), Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee (RWS, RIKZ)

- Stuyfzand P.J, S. M. Arens, A. P. Oost (2010), [Geochemische effecten van zandsuppleties langs Hollandse kust](#), Bosschap Rapport 2010/OBN141-DK, 83p; tevens uitgegeven als KWR-rapport KWR 2010.048, 78p.
- Stronkhorst, J. et al. (2010) [Kustlijn beter bekeken](#), Deltares rapportage 1202006-000.
- Stronkhorst, J. et al. (2012a), [Kustlijnen voor dijkringen](#), Deltares rapportage 1204594.
- Stronkhorst, J. et al (2012b), [Zandsuppleties in de 21ste eeuw](#); onderzoek Alternatieve Lange termijn Suppletiestrategieën / ALS ten behoeve van het Deltaprogramma Kust, Deltares concepteindrapportage 1206188
- Stronkhorst J, Loffler M, 2014. Kustlijnzorg en waterveiligheid : een verkenning van mogelijkheden om kustlijnzorg doelmatiger af te stemmen op waterveiligheid. Report 1208904, Deltares, Delft.
- Stronkhorst J, de Ronde J, 2014. [Kustlijnzorg en waterveiligheid; een verkenning naar de kosteneffectiviteit van \(proactieve\) zandsuppleties voor kustveiligheid](#). Report 1209426, Deltares, Delft.
- Technische Adviescommissie Waterkeringen, 2002. [Leidraad Zandige Kust](#).
- Twijnstra en Gudde, 2007. [Evaluatie Derde Kustnota](#). Twijnstra en Gudde, Amersfoort
- V&W 2008. Beleidslijn Kust.
- Van Rijn, 2010. [Coastal erosion control based on the concept of sediment cells](#). Report of the EU project CONSCIENCE.
- Van Santen RB, Steetzel HJ, 2011. Relatie Kustlijnzorg – Kustveiligheid, nadere uitwerkingen. Arcadis, rapport A2738.
- VROM, 2006. Structuurvisie Nota Ruimte
- Wesenbeeck, B.K., Kumar, R., Patnaik, P., Paimpillil, J.S., Nair, S., Ven van de, F.H.M., 2012. Green adaptation and flood risk in South-East Asia. Delft, November 2012.
- Berkenbosch , R.J, (2007) [Milieueffectrapport Aanleg Maasvlakte 2](#), Royal Haskoning in opdracht van Havenbedrijf Rotterdam, rapportage 9R7008.A1/R012/MVZ/Rott1
- Boers, M (2009) [Atlas 13 Kustplaatsen](#). Deltares, rapport 1200121.
- Bruens, A. (ed.) 2007. [Globaal Voorontwerp zandmotor](#). Rapport WL|Delft Hydraulics Z4459
- Bruens, A., Spek, A. van der., Giardino, A., Elias, E. en Vonhögen, L. (2012), KPP- B&O Kust, Deltares rapportage 1206171

- Deltares, 2008a. [Duinen als Waterkering](#); Inventarisatie van kennisvragen bij waterschappen, provincies en rijk.
- Deltares. 2008b. Bepaling beschermingscontouren kustplaatsen. Resultaten voor de zeven Hollandse kustplaatsen. (H5016). Kennisalliantie Kustplaatsen: Deltares, Technische Universiteit Delft, Alkyon.
- Deltares, 2008c. Actualisatie van beleid voor beheer en onderhoud van de kust.
- Deltares, 2011. Morphan gebruikershandleiding. Draft report 19692. Deltares, Delft.
- Deltares. 2010. [Bepaling Beschermingscontouren 2e Fase](#) - Resultaten voor Ameland, Terschelling, Vlieland, IJmuiden, Vlissingen en Cadzand. Concept (1202124). Kennisalliantie Kustplaatsen: Deltares, Technische Universiteit Delft, Alkyon.
- Deltares, 2020a Technisch Advies Mogelijkheid voor een Alternatieve zeewaartse grens van het kustfundament; ten behoeve van het beleidsadvies voor Kustgenese 2.0. Deltares rapport 1220339-009-ZKS-00013, in opdracht van Rijkswaterstaat WVL, maart 2020.
- Deltares, 2020b. Technisch Advies Sedimentbehoefte Kustfundament; ten behoeve van het beleidsadvies voor Kustgenese 2.0. Deltares rapport 1220339-009-ZKS-00014, in opdracht van Rijkswaterstaat WVL, maart 2020.
- Deltares, 2020c. Technisch Advies Rol en Mogelijkheden Buitendeltas voor kustbeheer; ten behoeve van het beleidsadvies voor Kustgenese 2.0. Deltares rapport 1220339-009-ZKS-006_V1.0, in opdracht van Rijkswaterstaat WVL, maart 2020.
- Deltares, 2020d. Kustgenese 2.0 - Integrale synthese. Rapport Deltares 1220339-009-ZKS-008_V2.0, in opdracht van Rijkswaterstaat WVL, mei 2020.
- DHV (2005), [Beleidsevaluatie 'Dynamisch handhaven'](#).
- DHV (2010), MER Zandmotor Delflandse Kust
- Expertise Netwerk Waterkeringen (ENW). 2007. [Technisch Rapport Duinafslag 2006](#); Beoordeling van de veiligheid van duinen als waterkering ten behoeve van Voorschrift Toetsing op Veiligheid 2006. (TRDA2006).
- Giardino, A, Santinelli, G and Vuik, V, 2013. [Coastal state indicators to assess the morphological development of the Holland coast due to natural and anthropogenic pressure factors](#). In: Ocean & Coastal Management 87 (2014) 93e101

- Hanson, H., Brampton, A., Capobianco, M., Dette, H.H., Hamm, L., Laustrup, C., Lechuga, A., Spanhoff., R. (2002). [Beach nourishment projects, practices, and objectives – a European overview](#). Coastal Engineering 47, Pg 81-111.
- Loffler M, A van der Spek & Maas-van Gelder C 2011. Dynamisch kustbeheer. Rapport Deltares 1204594, Delft
- Arens, S.M, , P. J. Stuyfzand, C. Briere (2010), [Effecten van suppleties op duinontwikkeling - rapportage geomorfologie](#), in opdracht van Rijkswaterstaat.

Websites

- [Kustviewer](#); openbaar toegankelijke internet kustdatabase
- [Zandverdeler](#) (serious game)
- Kustversterking; suppletieprojecten van Waterschap Scheldestromen

Social media

- Kustversterking [@zwakkeschakels](#) behorende bij kustversterking.nl

11. Colofon

Deze Deltafact is opgesteld door Deltares, 9 augustus 2012 en laatst herzien in oktober 2020.

Auteurs

- J. Stronkhorst
- A. Bruens
- L. van Vliet
- F. Schasfoort
- M.C. van Oeveren

De Deltafact is mede gebaseerd op externe interviews met/ feedback van:

- Jeroen Rietdijk (Hoogheemraadschap Delfland)
- Marian Lazar (RWS)
- Petra Damsma (RWS)

12. Disclaimer

De in deze publicatie gepresenteerde kennis en diagnosemethoden zijn gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing

ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteur(s) en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit deze publicatie.